

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

ХИМИЯ. 2025–2026 уч. г.

МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. 11 КЛАСС

ОТВЕТЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Максимальный балл за работу – 100.

Задача 1 (№1–4)

Для каждой из указанных частиц составьте электронную конфигурацию и заполните таблицу:

Ответ

Частица	Общее число электронов	Число неспаренных электронов (в основном состоянии)
1) ион H^-	2	0
2) атом S	16	2
3) атом Fe	26	4
4) ион Fe^{3+}	23	5

За каждый верный ответ – 1 балл. Всего за задания №1-4 – 8 баллов.

Решение

- 1) Электронная конфигурация иона H^- – $1s^2$. Всего – 2 электрона, неспаренных нет.
- 2) Атом S – 16 электронов. Внешний уровень: $3s^2 3p^4$. На 3p-подуровне, по правилу Хунда, 2 неспаренных электрона.
- 3) Атом Fe – 26 электронов. Электронная конфигурация: $[\text{Ar}] 3d^6 4s^2$. На 3d-подуровне – 6 электронов на 5 орбиталях. По правилу Хунда – 4 неспаренных электрона.
- 4) Ион Fe^{3+} – $26 - 3 = 23$ электрона. Электронная конфигурация: $[\text{Ar}] 3d^5$. На 3d-подуровне – 5 электронов на 5 орбиталях, по правилу Хунда – все 5 неспаренные.

Задача 2 (№5)

В растворе вещества **A** с концентрацией 0,01 моль/л $\text{pH} = 12$, а в растворе вещества **B** с такой же концентрацией $\text{pH} = 3,58$. Из приведённого списка веществ выберите формулы **A** и **B**. Каждому веществу соответствует только одна формула.

Вещество A	H_2SO_4
Вещество B	HI
	KOH
	KClO_4
	NH_3
	AlCl_3

Ответ

Вещество А	КОН
Вещество В	AlCl ₃

За каждый верный ответ – 4 балла. Всего 8 баллов.

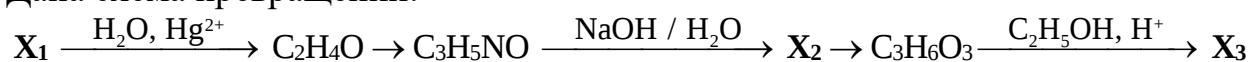
Решение

1) $pH = 12$, следовательно, $pOH = 2$, $[OH^-] = 10^{-2} = 0,01$ моль/л. Равновесная концентрация гидроксид-ионов совпадает с концентрацией вещества, следовательно, А – сильное основание, щёлочь, КОН.

2) Среда раствора – кислая, $[H^+] = 10^{-3,58}$ моль/л – это меньше концентрации вещества 0,01 моль/л, следовательно, вещество В проявляет в растворе слабые кислотные свойства. Это – соль слабого основания, в данном случае, AlCl₃, которая гидролизуеться по катиону: $Al^{3+} + H_2O \rightleftharpoons AlOH^{2+} + H^+$.

Задача 3 (№6)

Дана схема превращений:



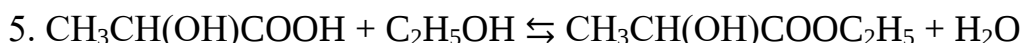
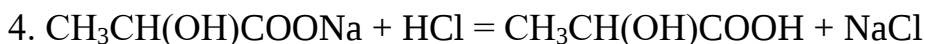
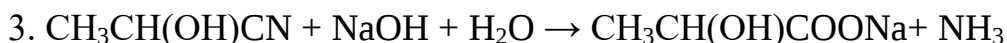
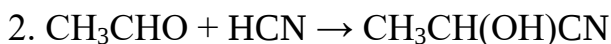
Определите неизвестные вещества X₁–X₃. В ответе укажите их молярные массы (в г/моль) с точностью до целых.

Ответ

Вещество	X ₁	X ₂	X ₃
Молярная масса (г/моль)	26	112	118

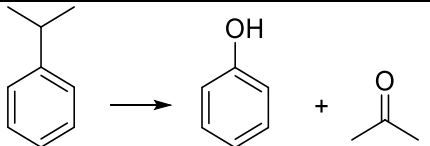
За каждый верный ответ – 2 балла. Всего 6 баллов.

Решение



Задача 4 (№7)

Установите соответствия между превращением и типом реакции, к которому оно относится.

А) $R \equiv N \longrightarrow R-C(=O)OH$	1) окисление
Б) $R \equiv N \longrightarrow R-CH_2NH_2$	2) восстановление
В) $CH_3CH_2CH_2Cl \longrightarrow CH_3CH_2CH_2OH$	3) гидролиз
Г) $R-CH=CH-R' \longrightarrow R-CH(O-O-CH-R')$	
Д) $R-C(=O)O-R' \longrightarrow R-CH_2OH + R'-OH$	
Е) 	

Ответ

А	Б	В	Г	Д	Е
3	2	3	1	2	1

За каждый верный ответ – 1 балл. Всего 6 баллов.

- 1) Степень окисления C^{+3} – одинаковая и в нитриле, и в кислоте. Следовательно, это – не ОВР, а гидролиз.
- 2) Нитрил присоединяет атомы Н – это восстановление.
- 3) Атом Cl замещается на группу ОН – это гидролиз.
- 4) Алкен присоединяет атомы О – это окисление.
- 5) Сложный эфир расщепляется на два спирта: атомов водорода становится больше, это – восстановление.
- 6) Число атомов кислорода увеличивается – это окисление.

Задача 5 (№8)

Одно из самых твёрдых веществ **Х** состоит из двух элементов, **А** и **В**. При сжигании его навески в атмосфере кислорода образовалось 18,24 г твёрдого оксида элемента **А** (31,6 % О по массе) и 3,584 л (в пересчёте на н. у.) газа, дающего осадок с известковой водой, но не обесцвечивающего бромную воду. Определите неизвестные элементы и вещество **Х**, в ответ запишите их формулы.

Ответ

Элемент А	Cr
Элемент В	C
Вещество Х	Cr ₃ C ₂

Всего 8 баллов – по 2 балла за каждый элемент и 4 балла за формулу Х.

Решение

Формула оксида – R₂O_n.

Массовая доля кислорода: $\omega(O) = \frac{16n}{2M(R)+16n} = 0,316$, откуда $M(R) = 17,3n$.

При $n = 3$, $M(R) = 52$ г/моль – это Cr (элемент А), оксид – Cr₂O₃.

Газ, дающий осадок с известковой водой, но не обесцвечивающий бромную воду, – CO₂, элемент В – углерод С.

Найдём формулу карбида хрома.

$$\nu(\text{Cr}_2\text{O}_3) = 18,24 / 152 = 0,12 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{Cr}) = 2\nu(\text{Cr}_2\text{O}_3) = 0,24 \text{ моль}$$

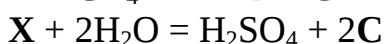
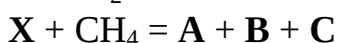
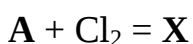
$$\nu(\text{C}) = \nu(\text{CO}_2) = 3,584 / 22,4 = 0,16 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{Cr}) : \nu(\text{C}) = 0,24 : 0,16 = 3 : 2$$

Формула карбида – Cr₃C₂.

Задача 6 (№9)

В каждом из приведённых превращений участвует одно и то же сложное вещество Х. Используя правые части уравнений химических реакций, установите формулы веществ Х, А–С.



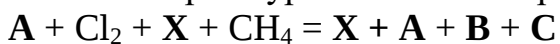
Ответ

Х	А	В	С
SO ₂ Cl ₂	SO ₂	CH ₃ Cl	HCl

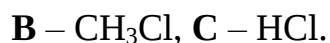
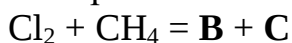
За каждый верный ответ – 2 балла. Всего 8 баллов.

Решение

Сложим первое уравнение со вторым:



и сократим А и Х:



Вещество Х при гидролизе даёт H₂SO₄ + 2HCl, тогда Х – SO₂Cl₂, он образуется в результате присоединения Cl₂ к SO₂ (вещество А).

Задача 7 (№10-11)

Для полного гидролиза смеси двух сложных эфиров (**A** и **B**) массой 7,19 г потребовалось 40 г 10%-го раствора гидроксида натрия. К образцу смеси (такой же массы) добавили избыток аммиачного раствора оксида серебра. При этом выделилось 3,24 г серебра.

10. Определите состав сложных эфиров **A** и **B**, если известно, что **A** имеет меньшую молярную массу. В ответе укажите их молярные массы (в г/моль) с точностью до целых.

Ответ

$M(A), \text{ г/моль} =$	60	(4 балла)
$M(B), \text{ г/моль} =$	74	(4 балла)

11. Найдите состав смеси. В ответ запишите меньшую из массовых долей (в %) с точностью до десятых.

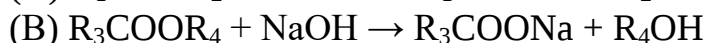
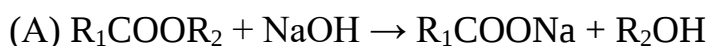
Ответ

$\omega(\%) =$	12,5 (диапазон от 12 до 13)	(4 балла)
----------------	------------------------------------	------------------

Всего за задания №10-11 – 12 баллов.

Решение

Уравнения реакций гидролиза сложных эфиров:



$$\nu(NaOH) = 40 \cdot 0,1 / 40 = 0,1 \text{ моль}$$

Суммарное количество сложных эфиров **A** и **B** равно количеству вещества гидроксида натрия, 0,1 моль.

Так как при добавлении к смеси выделяется серебро, один или оба сложных эфира образованы муравьиной кислотой.



$$\nu(Ag) = 3,24 / 108 = 0,03 \text{ моль}$$

Если бы оба сложных эфира были образованы муравьиной кислотой, количество вещества серебра было бы равно удвоенному суммарному количеству вещества сложных эфиров (0,2 моль). В нашем случае образовалось только 0,03 моль серебра. Следовательно, только один сложный эфир **A** образован муравьиной кислотой.

$$\nu(A) = \nu(Ag) / 2 = 0,015 \text{ моль}; \nu(B) = 0,1 - 0,015 = 0,085 \text{ моль}$$

Массу смеси эфиров **A** и **B** можно представить уравнением:

$$7,19 = 0,015 \cdot M(A) + 0,085 \cdot M(B)$$

Далее методом подбора можно найти единственно возможный вариант решения: $M(R_2) = M(R_3) = M(R_4) = 15$ г/моль. Следовательно, **A** – метилформиат (HCOOCH_3 , $M = 60$ г/моль), а **B** – метилацетат ($\text{CH}_3\text{COOCH}_3$, $M = 74$ г/моль).

$$m(\text{HCOOCH}_3) = 60 \cdot 0,015 = 0,9 \text{ г}$$

$$m(\text{CH}_3\text{COOCH}_3) = 74 \cdot 0,085 = 6,29 \text{ г}$$

Масса исходной смеси сложных эфиров равна 7,19 г.

$$\omega(\text{HCOOCH}_3) = 0,9/7,19 \cdot 100 \% = 12,5 \%; \omega(\text{CH}_3\text{COOCH}_3) = 87,5 \%$$

Задача 8 (№12)

Ниже приведена таблица со средними значениями энергии некоторых связей.

Связь	Энергия связи, кДж/моль
C–C	348
C=C	620
C–H	414
C–O	344
C=O	708
O–H	460
O=O	499

Используя данные таблицы, рассчитайте теплоту (в кДж), выделяющуюся при сгорании 1 моль паров этанола с образованием паров воды. Ответ округлите до целых.

Выделится _____ кДж теплоты.

Ответ: 873 кДж.

За верный ответ – 8 баллов.

Решение

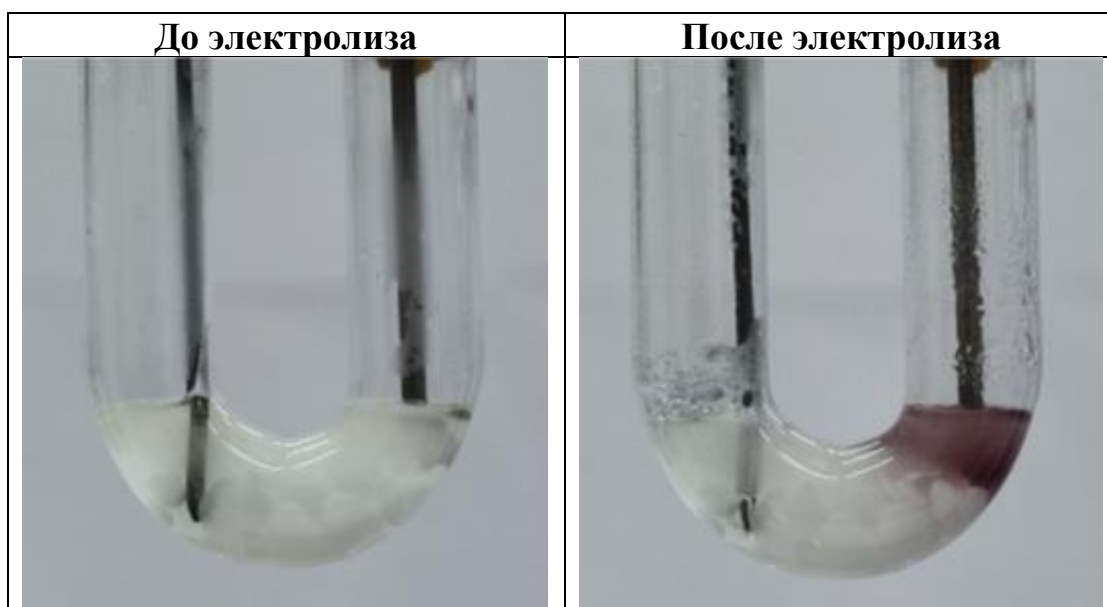
$$Q = 4E(\text{C=O}) + 6E(\text{O–H}) - 3E(\text{O=O}) - E(\text{C–O}) - E(\text{C–C}) - 5E(\text{C–H}) - E(\text{O–H}) = 4 \cdot 708 + 6 \cdot 460 - 3 \cdot 499 - 344 - 348 - 5 \cdot 414 - 460 = 873 \text{ кДж.}$$

Задача 9 (№13)

Учитель химии одной из московских школ демонстрировал на уроке получение очень сильного окислителя **А** при помощи электролиза. Катодом послужил стержень из материала **Б**, который применяется в качестве твёрдой смазки. Анодом был заострённый стержень, состоящий из материала, который содержит вещество **В** и до 2,14 % вещества **Б**. Стержни для катода можно купить в канцелярском магазине, стержни для анода – на строительном рынке.

На фотографиях ниже можно увидеть содержимое U-образной трубки, в которой протекал электролиз, до проведения реакции и после. В U-трубку предварительно поместили гранулы гигроскопичного едкого вещества **Г**, меняющего цвет раствора дихромата калия на жёлтый и окрашивающего пламя спиртовки в фиолетовый цвет. Гранулы **Г** залили небольшим количеством воды, после чего провели электролиз.

Идентифицируйте все вещества, упомянутые в задаче. В ответе укажите молярные массы (в г/моль) веществ **А**, **Б**, **В**, **Г** с точностью до целых. Для материалов **Б** и **В** нужно указать молярные массы основных компонентов.



Ответ

Вещество	А	Б	В	Г
Молярная масса (г/моль)	198	12	56	56

За каждый верный ответ – 2 балла. Всего 8 баллов.

Решение

Вещество	А	Б	В	Г
Формула	K_2FeO_4	C	Fe	KOH
Молярная масса (г/моль)	198	12	56	56

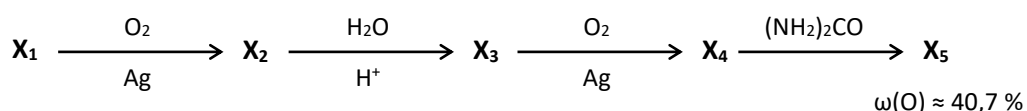
Стержень – стальной, сталь состоит из углерода C (2,14 %) – вещество **Б** и железа Fe – вещество **В**. Едкое вещество – щёлочь, KOH (фиолетовый цвет пламени).

На аноде происходит окисление железа до феррат-иона:

$Fe + 8OH^- - 6e \rightarrow FeO_4^{2-} + 4H_2O$. Вещество **А** – феррат калия.

Задача 10 (№14)

Ниже приведена цепочка превращений. Вещество X_1 – первый представитель своего класса веществ, бесцветный газ при обычных условиях, способствует созреванию плодов, его относительная молекулярная масса не превышает 30. Молекулы веществ X_1 и X_5 содержат по одному циклу, в каждый из которых входят атомы двух элементов (могут быть разные атомы в разных молекулах). Молекулы всех веществ имеют симметричное строение.



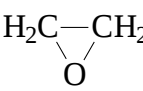
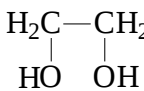
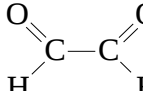
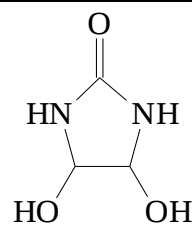
Определите все неизвестные вещества. В ответе укажите их молярные массы (в г/моль) с точностью до целых.

Ответ

Вещество	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
Молярная масса (г/моль)	28	44	62	58	118

За каждый верный ответ – 2 балла. Всего 10 баллов.

Решение

Вещество	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
Структурная формула	$H_2C=CH_2$				
Молярная масса (г/моль)	28	44	62	58	118

Задача 11 (№15)

Смесь простых веществ А и В смешали в массовом отношении 8 : 1 и тщательно перемешали. Полученная смесь предполагает большой избыток вещества А по сравнению со стехиометрическим соотношением масс $A : B = 4,39 : 1$. Смесь поместили в тигель и подожгли магниевой лентой. По окончании реакции полученную смесь, включая продукт С, перенесли в колбу Вюрца, закрыли пробкой с капельной воронкой. При добавлении к соединению С воды выделился газ D.

Соединение D – бесцветный горючий тяжёлый газ, очень ядовит, имеет отвратительный запах. Порог ощущения запаха D в воздухе составляет всего 0,05 объёмных частей на миллион (ppm), что соответствует концентрации 0,181 мг/м³ (н. у.).

Определите вещества A–D. В поля для ответа введите их формулы.

Ответ

A	B	C	D
Se	Al	Al ₂ Se ₃	H ₂ Se или SeH ₂

За каждый верный ответ – 2 балла. Всего 8 баллов.

Решение

Начнём с газа D. В кубометре воздуха содержится 0,05 мл газа массой 0,181 мг. Молярная масса: $M(D) = \frac{m}{\nu} = \frac{0,181}{\frac{0,05}{22,4}} = 81$ г/моль, D – H₂Se.

C – бинарный селенид, подверженный полному гидролизу. Пусть его формула – R₂Se_n, тогда $m(Se) : m(R) = 79n / 2M(R) = 4,39 : 1$, откуда $M(R) = 9n$. При $n = 3$ получаем $M(R) = 27$ г/моль – Al. Получаем:

A – Se, B – Al, C – Al₂Se₃, D – H₂Se.

Задача 12 (№16)

Бинарное вещество X_1 чёрного цвета входит в состав некоторых батареек. Оно является сильным окислителем и даёт газ при действии горячей концентрированной соляной кислоты. К порошку X_1 прилили разбавленную серную кислоту и добавили некоторое количество сульфита натрия. Полученную смесь перемешали, в результате вещество X_1 полностью растворилось, а в растворе образовалась соль X_2 . При добавлении к полученному раствору гидрокарбоната натрия выделился газ и образовался осадок средней соли X_3 , содержащий 47,8 % металла по массе. Осадок отфильтровали и растворили в азотной кислоте. При упаривании и последующем охлаждении из раствора выпали кристаллы безводной соли X_4 , при прокаливании которой образуется вещество X_1 .

Если порошок X_1 сплавить со смесью нитрата калия и гидроксида калия, то образуется вещество X_5 , раствор которого имеет зелёную окраску. Дополнительно известно, что в состав всех веществ $X_1 - X_5$ входят атомы одного элемента-металла.

Определите вещества $X_1 - X_5$. В поля для ответа введите их формулы.

Ответ

X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
MnO ₂	MnSO ₄	MnCO ₃	Mn(NO ₃) ₂	K ₂ MnO ₄

За каждый верный ответ – 2 балла. Всего 10 баллов.

Решение

Подсказка про батарейки и реакцию с соляной кислотой наводит на мысль, что $X_1 - \text{MnO}_2$. Реакции:

